

FORÊT • NATURE

OUTILS POUR UNE GESTION
RÉSILIENTE DES ESPACES NATURELS

Tiré à part de la revue **Forêt.Nature**

La reproduction ou la mise en ligne totale ou partielle des textes
et des illustrations est soumise à l'autorisation de la rédaction

foretnature.be

Rédaction : Rue de la Plaine 9, B-6900 Marche. info@foretnature.be. T +32 (0)84 22 35 70

Abonnement à la revue Forêt.Nature :
librairie.foretnature.be

Abonnez-vous gratuitement à Forêt.Mail et Forest.News :
foretnature.be

Retrouvez les anciens articles de la revue
et d'autres ressources : **foretnature.be**



MESURER L'OUVERTURE DU COUVERT
ET ESTIMER LA DISPONIBILITÉ
EN LUMIÈRE EN FORÊT FEUILLUE
AU MOYEN DU DENSIMÈTRE CONVEXE

OLIVIER BAUDRY – CHARLOTTE CHARMETANT
CATHERINE COLLET – QUENTIN PONETTE

Le densimètre convexe est un appareil permettant d'estimer l'ouverture du couvert dans un peuplement forestier. Encore peu utilisé en Europe actuellement, ses caractéristiques et son utilisation relativement simple pourraient en faire un outil de premier plan pour évaluer la lumière disponible pour la végétation du sous-étage.

Estimer la lumière disponible pour la végétation du sous-étage forestier relève encore souvent de l'empirisme. L'observation des trouées dans la canopée et l'examen des taches de lumière au sol sont aujourd'hui les principaux indicateurs de la disponibilité en lumière utilisables en routine par le forestier. En effet, les techniques de quantification de l'éclairement sont onéreuses, d'utilisation peu aisée et nécessitent des conditions météo-

rologiques particulières, rendant leur généralisation difficile, malgré d'importants efforts de la recherche^{2,3}.

Pourtant, le dosage de la lumière constitue un acte sylvicole de première importance pour assurer le renouvellement des peuplements, en régler la composition spécifique, contrôler le développement d'espèces herbacées compétitives, préserver la qualité des bois et, plus généralement,

moduler le fonctionnement de l'écosystème forestier.

Des indices indirects quantifiant l'apport lumineux et basés sur les indicateurs « peuplement » ont été développés et sont aujourd'hui reconnus. Le plus connu d'entre eux est la surface terrière. De nombreux auteurs recommandent par exemple des seuils de surface terrière à ne pas dépasser pour assurer le renouvellement, selon les espèces considérées⁹.

Dans les peuplements résineux, les valeurs de surface terrière sont effectivement corrélées à l'éclairement³. Toutefois, la variabilité autour de cette tendance reste élevée et la transposition aux peuplements feuillus n'est pas évidente. La végétation souvent étagée, l'irrégularité des peuplements ou encore l'importante variabilité morphologique des houppiers feuillus induisent des trajectoires de rayonnement beaucoup plus complexes. De plus, à surface terrière donnée, le régime lumineux varie selon les caractéristiques stationnelles et de peuplement. La relation entre la surface terrière et l'éclairement semble donc moins adaptée aux peuplements feuillus.

Par conséquent, l'étape d'estimation de l'éclairement s'avère essentielle. Elle vient compléter les outils disponibles comme les relevés floristiques ou dendrométriques.

Faisant suite à la présentation des techniques d'estimation du climat lumineux (voir *Forêt Wallonne* n° 107¹), cet article présente un instrument développé dans les années '50 largement utilisé aux USA et dans les zones tropicales dans le cadre d'études en écologie des cours d'eaux, en agroforesterie ou encore en sylviculture. Il s'agit du *densiomètre sphérique convexe* (fi-

gure 2). Curieusement, peu d'études théoriques ont été menées pour comprendre et caractériser son fonctionnement. Dans le cadre du projet Interreg CoForKo, cet appareil a été décrit d'un point de vue théorique et les résultats comparés à des mesures réalisées au moyen de photographies hémisphériques et de capteurs quantiques de rayonnement.

PRÉSENTATION ET UTILISATION DE L'OUTIL ET DES OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Le densiomètre convexe a été développé par Paul Lemmon en 1956 aux États-Unis pour estimer l'ouverture du couvert en forêt⁶. L'appareil a ensuite été fréquemment utilisé sur le continent américain, principalement pour estimer l'ouverture du couvert^{5, 10, 11}. Pour rappel, l'ouverture du couvert est définie par le rapport entre les ouvertures dans la canopée et la totalité de l'hémisphère céleste, rapport pondéré en fonction de l'angle d'élévation ϕ – l'apport lumineux étant supérieur à proximité du zénith (figure 1).

Le densiomètre est composé d'un miroir fixé sur un cadre en bois de 7,5 cm de côté. Le miroir est convexe (modèle A) et divisé en une grille gravée de vingt-quatre carrés. Une nivelle permet de positionner l'appareil par rapport au plan horizontal. Certaines études recommandent l'utilisation d'un trépied pour stabiliser l'appareil ; nous n'avons toutefois pas suivi cette recommandation de manière à étendre au maximum les conditions d'utilisation. L'appareil est distribué en Europe pour un prix proche de la centaine d'euros. Une version concave de l'appareil (modèle B) est également

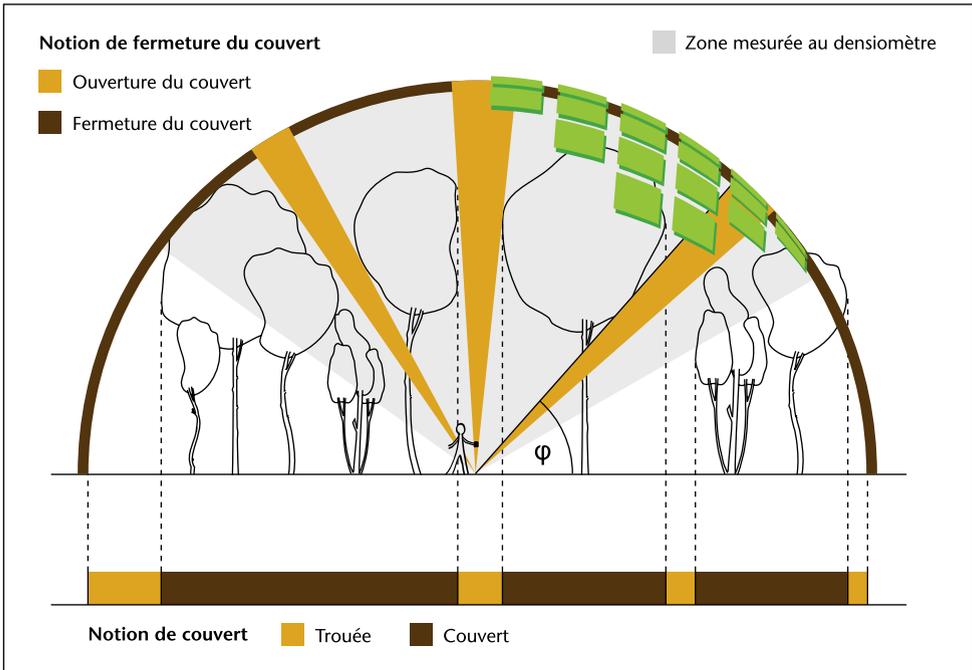
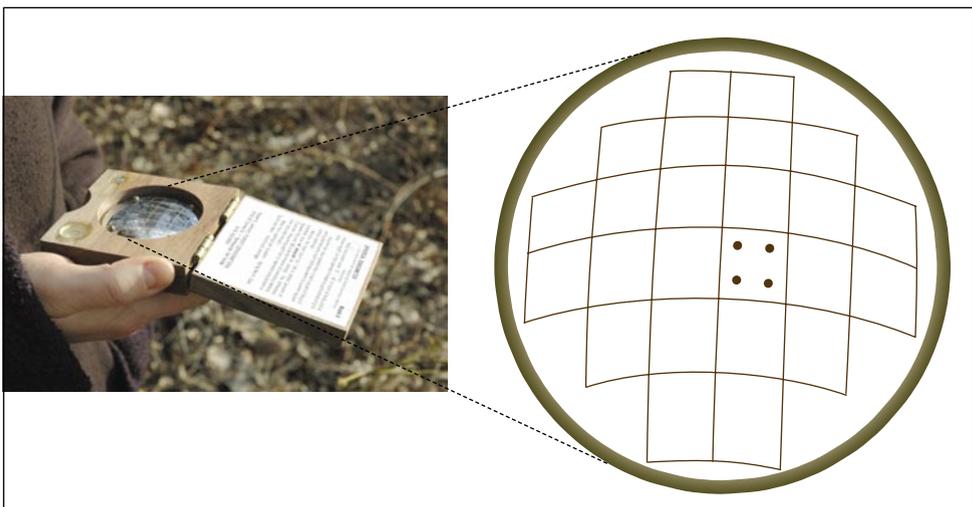


Figure 1 – Illustration des concepts d'ouverture et de fermeture du couvert. À l'opposé du « couvert », l'ouverture du couvert concerne l'ensemble de l'hémisphère céleste. La zone couverte par le densiomètre sphérique est représentée par la portion grisée de l'hémisphère et les carrés du densiomètre y sont surimposés. Les arbres situés sur les portions les plus horizontales ne sont donc pas pris en compte par l'appareil.

Figure 2 – Photographie du densiomètre sphérique convexe et représentation de la grille gravée composée de vingt-quatre carrés sur lesquels la canopée est reflétée. Quatre points imaginaires permettent de quantifier la proportion de canopée dans chacun des carrés (total de 96 points imaginaires).



disponible mais n'a pas été testée dans cette étude.

Le densiomètre est tenu en main à hauteur de coude de manière à faire coïncider le reflet du front de l'opérateur avec la limite inférieure du quadrillage. L'opérateur visualise ensuite la projection de la canopée sur la grille. Pour chaque carré, l'opérateur examine l'interception ou non du couvert par quatre points imaginaires ; il somme les points libres de toute canopée et multiplie ensuite son résultat par 1,04 pour obtenir l'ouverture du couvert en pourcent (au bureau).

Par point de mesure, une visée doit être réalisée dans les quatre directions cardinales pour couvrir l'hémisphère et cerner la variabilité du couvert. Un entraînement et une intercalibration préalables à toute

utilisation sont requis et après quelques points de mesure, l'utilisation du densiomètre devient aisée.

L'apport de notre travail à l'utilisation du densiomètre a concerné (1) la caractérisation de la portion de l'hémisphère céleste prise en compte par l'appareil, (2) la mise en évidence de l'effet de la morphologie de l'utilisateur sur l'angle de vue du densiomètre ainsi que (3) la comparaison des performances du densiomètre pour la prédiction de l'ouverture du couvert et de l'éclairement diffus. Ces trois points seront présentés successivement.

SITES D'ÉTUDES

Pour tester l'instrument, dix peuplements feuillus ont été sélectionnés en Wallonie

Une personne expérimentée réalise la mesure en un point en une minute. Dix minutes seraient donc nécessaires pour effectuer les mesures d'ouverture du couvert dans une cellule de régénération de 10 ares. Ce délai doit évidemment être modulé suivant la composition du couvert, les ouvertures du couvert des peuplements denses étant plus difficiles à estimer.



sur base de structures et de compositions de peuplement variées allant du taillis-sous-futaie de chêne et de charme à la futaie pure de hêtre ou de chêne. Les hêtraies et chênaies ont été privilégiées en raison des questions de renouvellement propres à ce type de peuplements. Les plateaux ou faibles pentes ont été recherchés.

Le climat lumineux a été caractérisé suivant un dispositif en croix et maille, dans chaque site d'étude. Tous les 5 mètres, un capteur de lumière (sensible dans le rayonnement photosynthétiquement actif, PAR) a été placé pour mesurer l'éclairement. Un capteur a également été positionné à l'extérieur des peuplements (grandes trouées ou mises à blanc) pour permettre de calculer l'éclairement

relatif et de comparer les mesures entre elles. La disponibilité en lumière a été calculée comme suit :

$$\text{Éclairement relatif} = \frac{\text{éclairement mesuré sous couvert}}{\text{éclairement hors peuplement}} \times 100$$

Seules les plages horaires présentant une proportion élevée (≥ 95 %) de rayonnement diffus ont été utilisées. Il est en effet admis que le rayonnement mesuré lors de journées au couvert nuageux homogène – c'est-à-dire durant lesquelles la proportion de rayonnement diffus est majoritaire – était représentatif de l'ensemble du rayonnement disponible à l'échelle d'une année, en un point⁸. La variabilité temporelle et les sources d'erreurs sont également réduites sous ce type de couvert nuageux⁷.

Tableau 1 – Synthèse des caractéristiques des dix peuplements sélectionnés (écart-types entre parenthèses).

Site	Espèces (prop. de G)	Éclairement relatif (%)	Densité (n/ha)	G totale (m ² /ha)	Prop. de G dans les arbres de la canopée	Diamètre moyen (cm)	Hauteur maximale (m)
Halleux 1	Chêne 95 % Hêtre 5 %	16,7 (3,8)	310	23,3	99 %	19,9 (24,0)	31,1
Halleux 2	Chêne 100 %	10,1 (5,2)	589	24,3	96 %	13,6 (18,6)	30,5
Libin 1	Chêne 12 % Hêtre 88 %	12,1 (4,8)	191	26,3	97 %	37,0 (20,1)	40,0
Libin 2	Hêtre 100 %	8,5 (3,6)	135	25,8	99 %	45,5 (19,5)	37,1
Marche	Chêne 50 % Charme 50 %	1,1 (0,4)	1 520	27,6	59 %	12,1 (9,2)	24,5
Spa 1	Chêne 94 % Hêtre 5 % Bouleau 1 %	17,2 (5,8)	414	18,3	97 %	16,2 (17,6)	27,1
Spa 2	Chêne 60 % Hêtre 40 %	12,0 (7,1)	541	16,9	95 %	11,5 (16,4)	30,5
Tenneville 1	Hêtre 100 %	12,8 (6,0)	239	16,3	93 %	25,2 (15,4)	26,8
Tenneville 2	Hêtre 100 %	6,8 (3,3)	271	25,3	98 %	32,0 (13,1)	34,7
Tenneville 4	Chêne 99 % Sorbier 1 %	9,6 (3,2)	207	19,9	99 %	33,3 (10,9)	24,0

Des photographies hémisphériques (Nikon D300s, muni d'une lentille Sigma 4,5 mm, f/2,8) et des mesures au densiomètre convexe ont été réalisées à la même hauteur (1,3 mètre), pour chaque point de la maille.

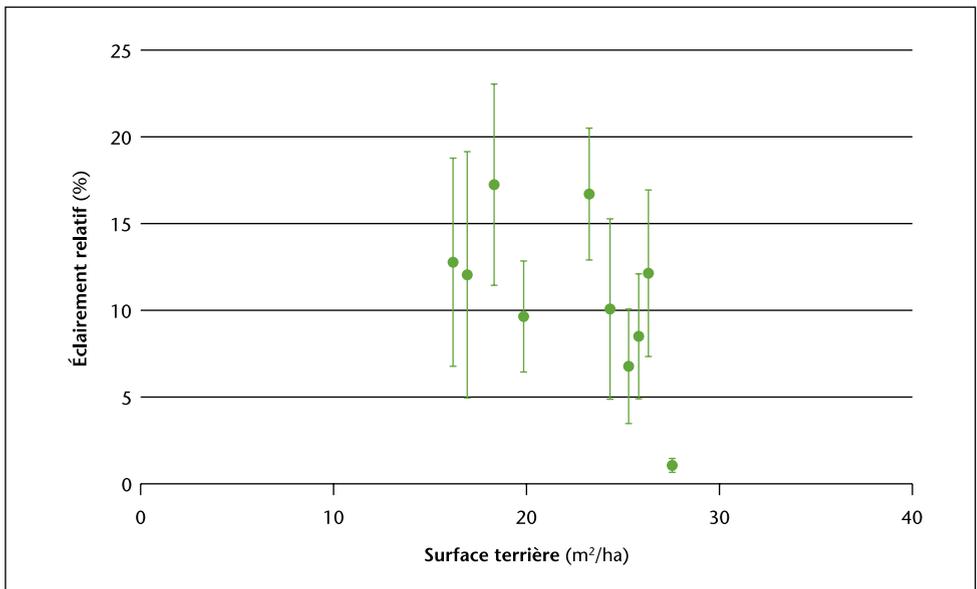
Les peuplements sélectionnés présentent des surfaces terrières comprises entre 16,3 et 27,6 m²/ha. Ces valeurs sont essentiellement liées aux arbres adultes et présents dans la canopée, sauf dans le cas du site de Marche, où l'on retrouve une proportion élevée de bois dans le taillis. La disponibilité en lumière varie de 1,1 à 17,2 % du plein découvert. Elle décroît avec la densité des peuplements, mais montre cependant une grande variabilité autour de la tendance (figure 3).

CARACTÉRISATION
DE L'ANGLE DE VUE
DU DENSIOMÈTRE

L'angle de vue du densiomètre définit la portion d'hémisphère céleste visualisée sur le miroir, 180° définissant l'entièreté de l'hémisphère. Plus la valeur de cet angle est élevée, mieux l'opérateur distingue la végétation située près du plan l'horizontal. La détermination précise de cet angle est essentielle pour comprendre le fonctionnement du densiomètre. Avant cette étude, un angle théorique de 120° (2 x 60°) était régulièrement repris dans la littérature.

D'autre part, nous avons également cherché à quantifier une éventuelle fluctua-

Figure 3 – À l'échelle du plateau, l'éclaircissement relatif (les barres d'erreur représentent les écarts-types) est négativement corrélé à la surface terrière. Toutefois, une variabilité importante est observée ; elle ne permet pas de s'affranchir de mesures d'éclaircissement. La présence d'arbres dans le sous-étage, les morphologies variables de houppier ou encore les caractéristiques topographiques peuvent expliquer de telles variations.



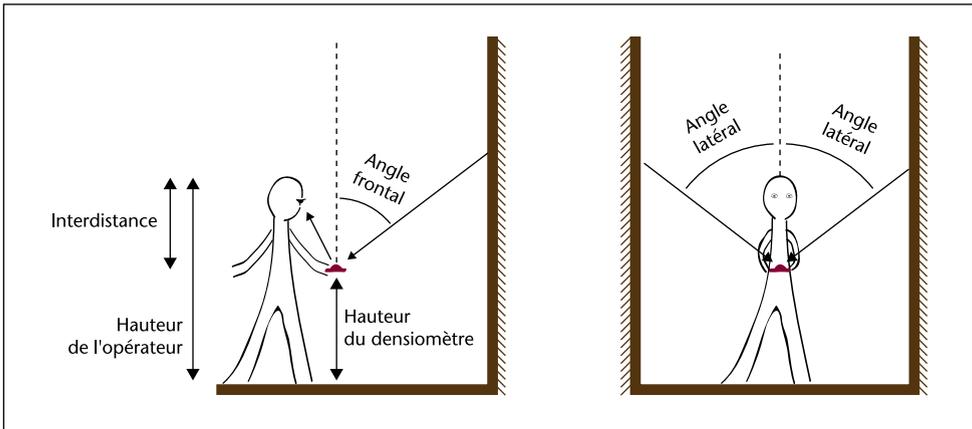


Figure 4 – Les angles de visions frontal et latéraux ont été évalués pour vingt-quatre opérateurs de morphologies contrastées. Maintenir une distance de 45 à 55 cm entre la hauteur de l'opérateur et celle du densiomètre permet de minimiser l'effet opérateur sur la variation de l'angle frontal.

tion de cet angle selon les morphologies des opérateurs.

Afin de vérifier la valeur de l'angle de vue du densiomètre, nous avons distingué l'angle de vision vers l'avant (angle frontal) et sur le côté (angle latéral) pour vingt-quatre personnes dont les hauteurs étaient comprises entre 158 et 204 cm. Pour chaque personne, nous avons mesuré la distance œil-densiomètre (interdistance sur la figure 4), la hauteur à laquelle le densiomètre était tenu et avons mesuré les angles de vision, en laboratoire.

L'angle de vision frontal varie selon la morphologie de l'utilisateur. En moyenne, il est de 55° (écart-type de 2°) et non de 60° comme annoncé par le fabricant. La vision latérale est plus faible puisque l'angle latéral est de 40° (écart-type de 4°).

L'angle frontal décroît avec la hauteur de l'opérateur, passant de 57° à 52° pour des hauteurs d'opérateurs respectives de 160 à

200 cm. L'angle de vision latéral est indépendant de la taille de l'opérateur.

Plus précisément, la variabilité de l'angle frontal dépend de la hauteur de tenue du densiomètre par rapport à la taille de l'opérateur (interdistance). Cette distance varie de 45 à 80 cm selon les opérateurs et induit une différence de près de 13° sur l'angle frontal. Tenir l'appareil à une distance comprise entre 45 et 55 cm par rapport à sa hauteur totale permet une standardisation de l'angle de vue et donc une meilleure comparaison des résultats obtenus par différents opérateurs.

PORTION DE L'HÉMISPHERE COUVERTE PAR LE DENSIOMETRE

Ensuite, la grille du densiomètre a été modélisée sur un hémisphère ainsi que sur des photographies hémisphériques afin de visualiser la proportion couverte (figure 5).

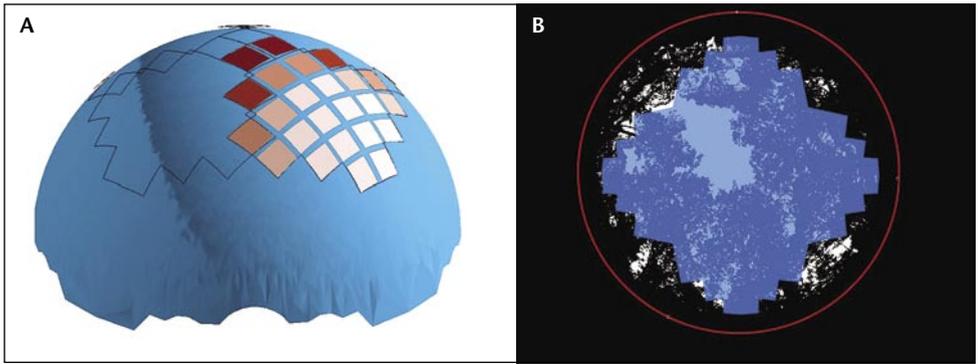


Figure 5 – Représentation tridimensionnelle de l'hémisphère céleste sur lequel la grille du densiomètre est superposée (A). Les couleurs représentent les contributions relatives de chaque carré à la surface de l'hémisphère « interceptée » par le densiomètre lors d'une visée unique avec des couleurs foncées pour les contributions élevées. Les superpositions de carrés qui existent lorsque quatre mesures sont réalisées successivement (quatre directions cardinales) conduisent à accorder davantage de poids aux portions zénithales. La photographie hémisphérique (B) illustre la portion de l'hémisphère prise en compte par le densiomètre.

Permettant de visualiser le sommet de l'hémisphère, les carrés les plus proches de l'opérateur contribuent proportionnellement plus à la surface de la voûte céleste « interceptée » par le densiomètre lors d'une visée unique ($\approx 4,6\%$), en comparaison avec les carrés visualisant la partie périphérique de l'hémisphère ($\approx 3,8\%$). Tous les quadrats ont néanmoins le même poids dans le comptage global.

Par ailleurs, certains carrés sont comptés à plusieurs reprises, lorsque l'opérateur réalise des mesures dans les quatre directions cardinales. Ce double comptage conduit, in fine, à accorder plus de poids aux portions zénithales de l'hémisphère. Ces différences de contributions permettent de rapprocher le fonctionnement du densiomètre au calcul de l'ouverture du couvert réalisé via l'interprétation de photographies hémisphériques avec des logiciels informatiques qui intègrent également plus de rayonnement dans les portions zénithales de l'hémisphère.

LE DENSIOMÈTRE POUR MESURER L'OUVERTURE DU COUVERT

La performance du densiomètre pour mesurer l'ouverture du couvert a été évaluée par la comparaison de valeurs obtenues via le densiomètre à celles issues de photographies hémisphériques traitées au moyen du logiciel « Gap Light Analyzer ». La relation entre ces deux grandeurs est reprise sur la figure 6.

La relation est positive mais montre une variabilité importante autour de la courbe de tendance. Pour une ouverture du couvert de 10 % (en abscisse), le densiomètre fournit des valeurs comprises entre 5 et 25 % (en ordonnée). D'autre part, en comparaison avec les photographies hémisphériques, le densiomètre sous-estimait l'ouverture du couvert pour des couverts inférieurs à 7,5 %, et les surestimait au-delà de cette valeur.

La surestimation de l'ouverture du couvert obtenue avec densiomètre pourrait être expliquée par les contributions globales supérieures des quadrats représentant la zone zénithale. Dans les couverts présentant de larges trouées situées au zénith, le densiomètre risque dès lors de fournir une valeur d'ouverture du couvert surestimée.

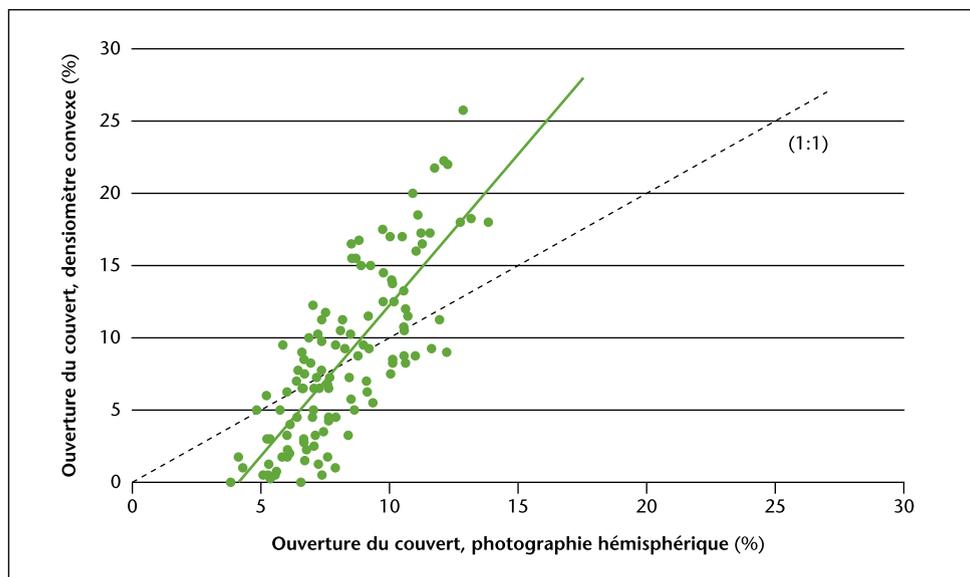
À l'opposé, sous des couverts comme ceux observés dans les taillis-sous-futaie ou les hêtraies les plus denses (cas des sites de Marche et Tenneville 2), la résolution de l'appareil paraît trop faible pour capter les ouvertures dans la canopée, en comparaison avec la technique des photographies hémisphériques et conduit alors à une sous-estimation.

Notons que cette difficulté n'est pas relevée uniquement pour le densiomètre puisque l'analyse des photographies hémisphériques est elle aussi rendue plus difficile dans les couverts fermés, notamment en raison d'aberrations chromatiques apparaissant sur les bordures du feuillage ainsi que de l'augmentation des effets de bordures.

LE DENSIOMÈTRE POUR ESTIMER L'ÉCLAIREMENT

L'ouverture du couvert estimée avec le densiomètre convexe permet une estimation indirecte de l'éclairement relatif comme le montre la figure 7.

Figure 6 – Relation entre l'ouverture du couvert estimée au densiomètre convexe et calculée à partir des photographies hémisphériques, pour l'ensemble des sites d'étude (équation : $\text{ouverture}_{\text{densiomètre}} = -6,75^{****} + 1,77^{****} \text{Ouverture}_{\text{photographies}}$ [$R^2 : 0,60$; p -valeur $< 0,0001$; $n = 121$]).



La relation obtenue est de type polynomial et permet de différencier des gammes de disponibilité en lumière de manière relativement précise et en tout cas de manière aussi précise que si le couvert avait été caractérisé par des photographies hémisphériques.

Il s'agit ici d'une performance du densiomètre. Cet appareil simple d'utilisation, et à la résolution faible (seulement 384 points ; 96 points multipliés par quatre directions de mesure), au moins en comparaison avec les techniques habituellement utilisées, permet d'expliquer près de 85 % de la variabilité totale de la relation. Comme la relation est établie pour l'ensemble des sites expérimentaux, il semble que la méthode soit suffisamment

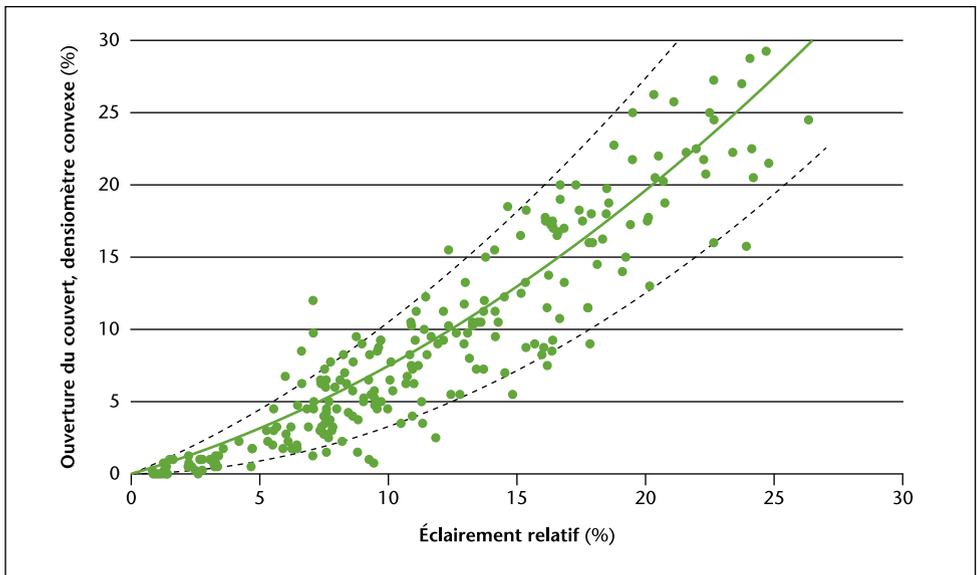
robuste pour la gamme d'éclaircissements et de couverts étudiés.

Il est donc possible d'utiliser cette équation pour estimer l'éclaircissement grâce aux ordres de grandeur suivants : l'éclaircissement relatif est inférieur à 5 % lorsque moins d'un demi carré (en moyenne dans les quatre visées) du densiomètre est libre de canopée, inférieur à 10 % pour un seuil de un carré et demi, inférieur à 15 % pour un seuil de trois carrés et 20 % lorsque cinq carrés sont libres de toute canopée.

PRÉCAUTION À L'UTILISATION

Afin de minimiser l'effet lié à l'opérateur, nous suggérons une intercalibration préa-

Figure 7 – L'ouverture du couvert estimée à l'aide du densiomètre est fortement corrélée à la disponibilité en lumière (Éclaircissement relatif, ER), pour l'ensemble des sites d'étude. La relation permet d'expliquer 85 % de la variabilité totale. Les traits pointillés délimitent l'intervalle de confiance à 95 % autour de la courbe modélisée ($\text{ouverture}_{\text{densiomètre}} = 0,5152^{****} \text{ER} + 0,0233^{****} \text{ER}^2$ [$R^2 : 0,85$; p -valeur < 0,0001 ; $n = 121$]).



lable. Un jeu de photographies illustrant différents couverts a été créé. Il permet aux opérateurs de s'exercer jusqu'au moment où les résultats obtenus égalent les valeurs d'ouverture du couvert de référence. Avant toute utilisation, il est donc fortement recommandé de réaliser ce comptage fictif au bureau et de se soumettre régulièrement à cette calibration.

VERS UNE UTILISATION PLUS LARGE DU DENSIOMÈTRE

Le densiomètre convexe est un instrument qui permet, à coût modéré et à utilisation aisée, d'estimer la disponibilité en lumière dans le sous-étage des peuplements feuillus. L'utilisation étendue aux peuplements résineux devrait être possible, vu la structure plus simple du couvert.

Il requiert :

- un apprentissage de la méthode de comptage ;
- un comptage dans chaque direction cardinale par point de mesure ;
- le maintien du densiomètre à une distance proche de 45-55 cm entre l'œil de l'opérateur et la hauteur du densiomètre ;
- la réalisation de mesures à plusieurs endroits dans la zone d'intérêt.

Dans cette étude, dix-sept points de mesure étaient utilisés au sein de chaque placette circulaire de 20 mètres de rayon (12,5 ares), soit environ quatorze points de mesure pour 10 ares. Cette surface correspond à celle de cellules de régénération et de trouées qui pourraient être installées, et se rapproche donc des pratiques sylvicoles potentielles.

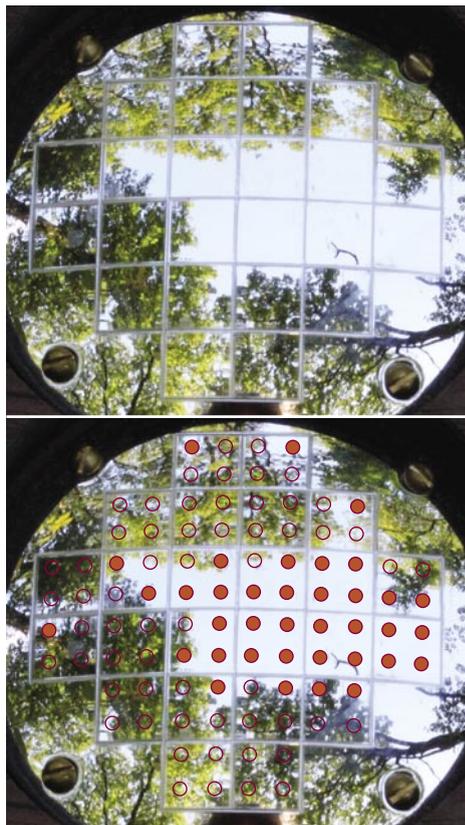


Figure 8 – Exemple de photographie utilisée pour l'intercalibration de la méthode de comptage utilisée pour le densiomètre sphérique convexe. L'opérateur dispose de la photographie de gauche et s'exerce au comptage de manière à obtenir le résultat de la figure de droite, soit dans ce cas une ouverture du couvert de 38 % (37 points x 1,04).

À l'heure actuelle, peu de recherches se sont penchées sur les stratégies d'échantillonnage à mettre en place pour estimer l'éclaircissement sur de plus grandes superficies. Les taux de sondage à utiliser sont en effet difficiles à généraliser tant la variabilité spatiale de l'éclaircissement est élevée. Dans le cas de peuplements similaires à ceux de cette étude, il semble qu'un point de sondage par are soit une base suffisante. Une

personne expérimentée réalise la mesure en un point en une minute. Dix minutes seraient donc nécessaires pour effectuer les mesures d'ouverture du couvert dans une cellule de régénération de 10 ares. Ce délai peut évidemment être modulé suivant la composition du couvert, les ouvertures du couvert des peuplements denses étant plus difficiles à estimer. ■

BIBLIOGRAPHIE

¹ BAUDRY O., CHARMETANT C., PONETTE Q. [2010]. Le climat lumineux en forêt et quelques outils d'estimation. *Forêt Wallonne* **107** : 42-54.

² BERTIN S., PALMROTH S., KIM H.S., PERKS M.P., MENCUCINI M., OREN R. [2011]. Modelling understory light for seedling regeneration in continuous cover forestry canopies. *Forestry* **84** : 397-409.

³ Comeau, P.G., 2001. Relationships between stand parameters and understorey light in boreal aspen stands. *B.C. Journal of Ecosystems and Management* **1**(2): 1-8.

⁴ COMEAU P.G., HEINEMAN J.L. [2003]. Predicting understory light microclimate from stand parameters in young paper birch (*Betula papyrifera* MARSH.) stands. *Forest Ecology and Management* **180** : 303- 315.

⁵ COOK J.G., STUTZMAN T.W., BOWERS C.W., BRENNER K.A., IRWIN L.L. [1995]. Spherical densiometers produces biased estimates of forest canopy cover. *Wildlife Society Bulletin* **23**(4) : 711-717.

⁶ LEMMON P.E. [1956]. A sheperical densiometer for estimating forest overstory density. *Ecology* **2** : 314-320.

⁷ LIEFFERS V.J., MESSIER C., STADT K.J., GENDRON F., COMEAU P.G. [1999]. Predicting and managing light in the understory of boreal forests. *Canadian Journal of Forest Research* **29**(6) : 796-811.

⁸ PARENT S., MESSIER C. [1996]. A simple and efficient method to estimate microsite light availability under a forest canopy. *Canadian Journal of Forest Research* **26** : 151-154.

⁹ SARDIN T., [2008]. *Chênaies continentales*. Office National des Forêts, Coll. « Guide des sylvicultures », Paris, 455 p.

¹⁰ STRICKLER G.S. [1959]. Use of the densiometer to estimate density of forest canopy on permanent sample plots. *In* : U.S Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest. *Forest and Range Experiment Station*. Portland, Oregon, p. 5.

¹¹ VALES D.J., BUNNELL F.L. [1988]. Comparison of methods for estimating forest overstory cover .1. Observer effects. *Canadian Journal of Forest Research* **18** : 606-609.

Projet cofinancé par le Fonds européen de développement régional et par la Région wallonne dans le cadre du programme INTERREG IV-A Grande Région. « L'Union européenne investit dans votre avenir. »

OLIVIER BAUDRY

olivier.baudry@uclouvain.be

CHARLOTTE CHARMETANT

QUENTIN PONETTE

Environmental sciences,
Earth and Life Institute,
Université catholique de Louvain
Croix du Sud 2, L7.05.09
B-1348 Louvain-la-Neuve

CATHERINE COLLET

INRA, UMR1092,
Laboratoire d'Étude des Ressources
Forêt Bois (LERFoB),
Centre INRA de Nancy
F-54280 Champenoux